



UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

TRABAJO FIN DE ESTUDIOS

Título

Aprendizaje Basado en Proyectos como estrategia didáctica en Física y Química de 4º de ESO.

Autor/es

AMAIA CHAMERO RIVERA

Director/es

JUDITH MILLÁN MONEO

Facultad

Escuela de Máster y Doctorado de la Universidad de La Rioja

Titulación

Máster Universitario de Profesorado, especialidad Física y Química

Departamento

QUÍMICA

Curso académico

2018-19



***Aprendizaje Basado en Proyectos como estrategia didáctica en Física y
Química de 4º de ESO., de AMAIA CHAMERO RIVERA***

(publicada por la Universidad de La Rioja) se difunde bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported. Permisos que vayan más allá de lo cubierto por esta licencia pueden solicitarse a los titulares del copyright.

Trabajo de Fin de Máster

**Aprendizaje Basado en
Proyectos como estrategia
didáctica en Física y química
de 4º de ESO.**

Autora

Amaia Chamero Rivera

Tutora: Judith Millán Moneo

MÁSTER:

Máster en Profesorado, Física y Química (M02A)

Escuela de Máster y Doctorado



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

AÑO ACADÉMICO: 2018/2019

INDICE

1. Resumen/Abstract	1
2. Introducción y justificación	5
3. Objetivos	9
4. Marco teórico	11
5. Estado de la cuestión	15
6. Propuesta de intervención didáctica	17
6.1. Objetivos específicos de aprendizaje	17
6.2. Relación con documentos curriculares	18
6.3. Descripción de la propuesta	19
6.3.1. Diseño	19
6.3.2. Conocimientos previos	22
6.3.3. Procedimiento	22
6.3.3.1. Entregable de objetivos de aprendizaje	23
6.3.3.2. Entregable de representación gráfica del problema	24
6.3.3.3. Entregable de representación gráfica del carro	25
6.3.3.4. Entregable del cálculo de la masa máxima que puede transportar el carro	25
6.3.3.5. Entregable del dibujo del sistema de fuerzas que actúan sobre el carro	27
6.3.3.6. Entregable del cálculo de la tensión máxima que puede soportar el cable	28
6.3.3.7. Entregable de cálculo de la cantidad de masa necesaria de cable	29
6.3.3.8. Entregable del cálculo de la potencia del motor	30
6.3.3.9. Entregable del presupuesto económico	31
6.4. Temporalización	32
6.5. Materiales y recursos utilizados	34
6.6. Criterios de evaluación	35
6.6.1. Evaluación del alumnado	35

6.6.2. Evaluación del proyecto	39
7. Discusión	41
8. Conclusiones	47
9. Referencias	51

1. RESUMEN

Mediante este trabajo se quiere poner en práctica la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos en la asignatura de Física y Química de 4º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), con el fin de lograr una mayor motivación y participación de los alumnos en esta asignatura. Para ello se propone el proyecto de como subir el material necesario para la construcción de una cabaña en la cima del monte Ganekogorta. Para llevar a cabo este proyecto, los alumnos deberán trabajar los temas de la asignatura de Física de dinámica, cinemática, fuerza y trabajo, todo esto realizando entregables que deben presentar al docente poco a poco para al final realizar una memoria final del proyecto que deben presentar oralmente. Con esto, se pretende que los alumnos aparte de trabajar el temario de la asignatura, también desarrollen otras habilidades útiles en su vida como la autonomía, el pensamiento crítico, el trabajo en equipo etc. y además crezca la motivación por el estudio de las asignaturas científicas.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Proyectos, Física y química, dinámica, cinemática, fuerza y trabajo.

ABSTRACT

Through this work we want to put into practice the methodology of Project-Based Learning (PBL) in the subject of physics and chemistry of 4th of compulsory secondary education, in order to achieve a greater motivation and participation of the students in this subject. To do so, the project proposes how to raise the necessary material for the construction of a cabin on the top of Mount Ganekogorta. To carry out this project, the students will have to work the subjects of the physics course of dynamics, kinematics, work and force, all worked by means of deliverables that they must deliver little by little to finally make a memory of the project that they must present orally. With this, it is intended that the students to work part of syllabus of the subject, develop other useful skills in their life and also grow the motivation for the study of the scientific subjects.

Key words: Project-Based Learning, physics and chemistry, dynamics, kinematics, strength and work.

2. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN.

Según la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, de la Ley Orgánica de Mejora de la Calidad de Educación (LOMCE, 2015) por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, secundaria obligatoria y bachillerato, es necesaria la adquisición de las competencias clave por parte de los alumnos para lograr que estos alcancen un pleno desarrollo personal, social y profesional que se ajuste a las demandas de un mundo globalizado. Es decir, la sociedad de hoy en día demanda a sus individuos una preparación para la vida que requiere la adquisición de competencias, aparte de la adquisición de conocimientos. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) definió en 2003 el concepto competencia como la capacidad de responder a demandas complejas y llevar a cabo tareas diversas de forma adecuada. Así, el término competencia implica además de dominar los conocimientos, tener la capacidad de aplicarlos.

Esta introducción de las competencias en el proceso de enseñanza y aprendizaje, conlleva a realizar cambios profundos en el qué y cómo enseñar, donde las competencias se convierten en el eje orientador de la práctica educativa (Imaz, 2014).

La enseñanza tradicional se caracteriza por temarios sobrecargados y metodologías tradicionales que se basan en la clase magistral que no favorecen el conocimiento (García, 2007). Mediante este modelo tradicional, se centra más en la enseñanza de contenidos que en el aprendizaje en sí y en el papel del profesor que en el del alumno, lo que favorece la pasividad de estos. Por todo esto, esta metodología no consigue responder a las demandas de hoy en día, puesto que los contenidos no se vinculan con la realidad que rodea a los alumnos, las prácticas son escasas y existe poca relación entre ciencia, tecnología, sociedad y el proceso educativo. Esta brecha es más visible aún en las asignaturas científicas, donde los alumnos cada vez muestran menos interés y motivación (Domenech-Casal, 2018).

Por todo esto, comienza un proceso de innovación educativa que se caracteriza por el intento de disminuir la enseñanza centrada en los contenidos

y centrarse en un proceso de enseñanza y aprendizaje donde se da lugar al desarrollo de nuevas propuestas metodológicas (metodologías activas). En la siguiente Tabla 1. se pueden observar varias diferencias entre el modelo tradicional y el nuevo modelo de enfoque de competencias (Imaz, 2014).

1. Tabla. Diferencias entre el modelo tradicional y el modelo de enfoque de competencias.

Modelo tradicional	Enfoque de competencias
<ul style="list-style-type: none"> - Individualismo docente - Planes fragmentados: materias disciplinares - Programas organizados por temas <ul style="list-style-type: none"> - Lección magistral - Manual único y documentos complementarios - Profesor transmisor - Alumnado pasivo y receptivo - Calificación final: examen <ul style="list-style-type: none"> - Aula aislada - Institución académica cerrada 	<ul style="list-style-type: none"> - Equipos docentes - Planes integrados: módulos interdisciplinares - Programas estructurados en núcleos problemáticos - Métodos docentes innovadores - Fuentes de información y recursos didácticos <ul style="list-style-type: none"> - Profesor facilitador - Alumnado activo y constructivo - Evaluación holística: evidencias - Diversos espacios y ambientes

El sistema educativo debe realizar un tránsito a un modelo de docencia donde el alumnado sea capaz de plantearse preguntas, investigar, seleccionar y organizar información, analizar datos, extraer conclusiones y expresarse adecuadamente.

Por todo ello, la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) puede ser una buena manera de conseguir el desarrollo íntegro de los alumnos que la sociedad de hoy en día demanda, ya que es una metodología basada en la elaboración de proyectos relacionados con la vida real que permite a los alumnos adquirir conocimientos y competencias claves del siglo XXI. (Trujillo, 2016). Así como también, un acercamiento al trabajo colaborativo, que se refiere a metodologías de aprendizaje que incentivan la colaboración entre individuos para conocer, compartir y ampliar la información que cada uno tiene sobre el tema.

Por ello, mediante este trabajo, propongo una estrategia didáctica basada en la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos para los alumnos de 4º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), en la asignatura de Física y química.

3. OBJETIVOS.

La siguiente propuesta se lleva a cabo como la culminación del Máster que imparte la Universidad de La Rioja de Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas. La finalidad del Trabajo de Fin de Máster (TFM) es el diseño de una propuesta original que cause un impacto positivo en el ámbito educativo. Por ello, el objetivo general de este trabajo es el siguiente:

- Profundizar sobre el Aprendizaje Basado en Proyectos como metodología innovadora para fomentar el estudio de la ciencias de 4º de la ESO en la asignatura de Física y química.

Mediante la realización de este trabajo se pretenden alcanzar los siguientes objetivos específicos:

- Conocer los conceptos y el marco teórico sobre propuestas de buena práctica basadas en la metodología científica y en particular, sobre el Aprendizaje Basado en Proyectos.
- Demostrar la adecuación de la propuesta a los posibles beneficiarios del proyecto de innovación y al marco educativo legal.
- Diseñar un proyecto innovador sobre los temas de cinemática, dinámica, energía y trabajo de la asignatura de Física y química de 4º de la ESO.
- Realizar un análisis de los resultados esperables, así como de las mejoras que se puedan realizar respecto a las soluciones actuales.
- Extraer las conclusiones del diseño de la propuesta.

4. MARCO TEÓRICO.

El ABP trata de un conjunto de problemas diseñados por docentes de una o varias asignaturas relacionadas entre sí que se exponen a grupos pequeños de alumnos. Los problemas que se plantean suelen ser hechos que requieren explicación y están relacionados con el mundo real, por lo que el alumnado deberá discutir y proponer soluciones a esos problemas. Mediante esta estrategia, los estudiantes adquirirán conocimientos gracias a la planificación, el desarrollo de estrategias y la solución de problemas siendo ellos el centro del aprendizaje debido a que se convierten en investigadores (Norman y Schmidt, 1992). Las contradicciones que surgen y las vías para su solución contribuyen a que el alumno se convierta en un sujeto activo, siendo los protagonistas de su proceso de enseñanza y aprendizaje. Por otro lado, el profesor es un creador, un guía que estimula a los alumnos a aprender, descubrir y sentirse satisfechos por lo aprendido y logrado (Maldonado, 2008).

El ABP aplicado en los cursos proporciona una experiencia de aprendizaje donde el alumno trabaja en un proyecto complejo con el que desarrolla integralmente sus capacidades, habilidades, actitudes y valores. Los alumnos, desarrollan situaciones reales y esto les motiva a investigar, discutir, proponer y comprobar sus hipótesis; por lo que los estudiantes aplican el conocimiento aprendido a un producto dirigido a satisfacer una necesidad social, lo cual refuerza sus valores y su compromiso con el entorno (Maldonado, 2008).

Esta metodología se fundamenta en la ideología del constructivismo fundada por los psicólogos y educadores Vygotsky (1962), Dewey (1916) y Piaget (1923). Esta orientación didáctica tiene como objetivo la comprensión del cerebro humano; como almacena y recupera información, como aprende y como este aprendizaje amplía el conocimiento previo (Hernández, Heydrich, Martí y Rojas, 2009). Es decir, el constructivismo mira el aprendizaje como el resultado de construcciones mentales; los estudiantes aprenden, construyen nuevas ideas o conceptos basándose en sus conocimientos actuales y previos. Por otro lado, Dewey (1916) defiende que el aprendizaje es mejor cuando se comparten las experiencias, es decir, cuando el aprendizaje es colaborativo.

El ABP forma parte del ámbito de “aprendizaje activo” como el Aprendizaje Basado en Tareas, el Aprendizaje Basado en Problemas, el Aprendizaje por Descubrimiento o el Aprendizaje Basado en Retos. Mediante estas estrategias didácticas se produce un aprendizaje profundo donde el estudiante debe construir activamente significados basándose en sus experiencias e interacción con el mundo. Por lo contrario, en la “enseñanza directa” donde el estudiante aprende mediante información transmitida por un profesor, se produce un aprendizaje superficial (Sawyer, 2006). De este modo, las metodologías activas muestran estas características (Imaz, 2014):

- Estimulan en los alumnos la participación en el proceso de construir su conocimiento.
- Desarrollan de manera intencional y programada tanto habilidades como actitudes y valores.
- Permiten una experiencia vivencial en la que los alumnos adquieren conocimiento de la realidad y compromiso con el entorno.
- Fomentan el aprendizaje colaborativo al trabajar de manera grupal.
- Permiten que el alumno participe en el proceso de enseñanza y aprendizaje, fomentando el desarrollo de su autonomía, capacidad de tomar decisiones y asumir la responsabilidad de sus actos.
- Tienen en cuenta los conocimientos previos del alumnado.
- Relacionan teoría y práctica, por lo que los estudiantes aprenden a relacionar la experiencia concreta con la teórica.

De esta manera el Aprendizaje Basado en Proyectos pretende alcanzar los siguientes objetivos (Hernández, Heydrich, Martí y Rojas, 2009):

- Mejorar la habilidad para la resolución de problemas y el desarrollo de tareas.
- Mejorar la capacidad de trabajar en equipo.
- Mejorar las capacidades mentales de orden superior.
- Mejorar el conocimiento y el uso de las TIC a la hora de la resolución de proyectos.
- Promover una mayor responsabilidad por el aprendizaje propio.

Para llevar a cabo el ABP y que sea exitoso es muy importante la planificación que el docente debe llevar a cabo, y la estructura del trabajo es la siguiente (Schmidt, 1983):

1. Explicar todos los conceptos y términos que sean difíciles de entender para que todos los estudiantes lo entiendan.
2. Los estudiantes deberán identificar cuál es el problema que se les plantea.
3. Cada grupo debe estudiar el problema, deberán también hacer una “lluvia de ideas” para proponer posibles causas.
4. Cada grupo deberá realizar un resumen sistemático recogiendo las ideas de la fase 3 indicando las posibles relaciones entre ellas si las hubiera.
5. Cada grupo debe formular los objetivos de aprendizaje, es decir, cuales son los aspectos más relevantes del problema.
6. Cada participante del grupo debe buscar información adicional.
7. Cada grupo debe juntarse y hacer una síntesis de la información recogida por cada estudiante para discutirla, contrastarla y finalmente redactar las soluciones al problema.

El aprendizaje basado en proyectos proporciona varias ventajas respecto a la enseñanza tradicional como por ejemplo, que se aumenta la motivación de los alumnos al trabajar problemas auténticos realizando diferentes actividades, desarrolla la creatividad, los estudiantes además de aprender contenidos desarrollan distintas habilidades, se aumenta la autoestima y la confianza de los alumnos y también se favorece el pensamiento crítico (Norman y Schmidt, 1992). Otro de los grandes beneficios del ABP es que ofrece oportunidades de colaboración para construir el conocimiento. El aprendizaje colaborativo permite a los estudiantes compartir ideas, expresar sus opiniones y negociar soluciones, habilidades que son necesarias en el futuro de los estudiantes. De esta manera, dentro de cada grupo de trabajo los alumnos intercambian información y trabajan en ella hasta que todos los miembros del grupo lo hayan entendido y terminado. La clase se convierte en un foro abierto al diálogo entre estudiantes y profesores (Maldonado, 2008).

Sin embargo, esta metodología también muestra varias limitaciones. Según el Instituto Tecnológico de Investigación y Desarrollo Educativo de Monterrey (2001), el ABP requiere la utilización de mucho tiempo, quitando la

oportunidad de experimentar otras metodologías. También es difícil verificar que los alumnos han conseguido los objetivos iniciales y la gran autonomía que se les concede puede ser un problema ya que pueden desarrollar el proyecto con el modelo de pensamiento inadecuado (Torres, 2010). Además, mediante esta metodología se profundiza mucho en ciertos conocimientos mientras que otros tantos no se tratan o se tratan superficialmente, por lo que no es posible trabajar todo el contenido del programa. Además, al profundizar tanto en ciertos contenidos, los alumnos pueden realizar preguntas que el profesor no sepa contestar, lo que puede crear una inestabilidad emocional en el docente. Esto no ocurre en las metodologías tradicionales donde el docente con la clase magistral controla todo el temario que se imparte y puede prever las dudas que los alumnos puedan tener (Valero, 2012).

Aun así, el Aprendizaje Basado en Proyectos conduce a la creación de una verdadera comunidad de aprendizaje donde se genera un clima espontáneo de dar y recibir. Asimismo, este trabajo conduce a la búsqueda de soluciones a problemas en aras de encontrar nuevos caminos. Para ello, se debe promover el trabajo en equipo, la enseñanza integrada e interdisciplinaria donde una situación problemática es analizada desde diferentes puntos de vista. Es así como el instituto se convierte en un lugar donde se aprende a pensar proporcionando al alumno habilidad para el análisis, sentido crítico y estímulo para la creación. De esta manera, queda claro que el objetivo de la enseñanza no debe ser la transmisión de conocimientos, sino que deber ser aprender a aprender, aprender a pensar, para así conseguir un pleno desarrollo personal, social y profesional en los alumnos que se ajuste a las demandas del mundo globalizado; es decir, que se consigan desarrollar las competencias clave propuestas por la LOMCE.

5. ESTADO DE LA CUESTIÓN.

La necesidad de vincular el Aprendizaje Basado en Proyectos con la educación nace en la Facultad de Medicina de la Universidad de McMaster en Canadá en el año 1965 de la mano de John Evans y un grupo de médicos identificados con la investigación y con un perfil como educadores. Estos trabajaron colaborativa e interdisciplinariamente para establecer una metodología en la que el alumnado desarrollase actitudes de aprendizaje para la adquisición de conocimientos, capacidad de resolución de problemas y habilidades de trabajo en equipo. Crearon grupos de seis estudiantes con un tutor de facilitador. Además, como este tutor facilitador debe tener habilidades para fomentar la participación de los estudiantes, el trabajo en equipo y el pensamiento de orden superior, a su vez se creó el *Programme for Faculty Development* para capacitar a estos tutores (Arpí, Avila, Baraldés, Benito, Gutiérrez, Orts, Rigall y Rostan, 2012).

Esta nueva metodología resultó ser un éxito, y a partir de ahí muchas instituciones han aplicado estas metodologías sobre todo en las ciencias de tipo social, administración, economía y en carreras relacionadas con la salud. En Europa, la Universidad de Maastrich en Holanda y la Universidad de Aalborg en Dinamarca son dos de las instituciones que hacen referencia a esta metodología (Imaz, 2014).

En España, se han celebrado dos Jornadas Estatales de Aprendizaje Basado en Proyectos en San Sebastián en el año 2011 (E-learning, 2011) y en Sevilla en el año 2012 (Universidad de Sevilla, 2012); y también existen varias Universidades donde se ha implantado esta metodología. Por ejemplo, varios profesores de la Universidad de Murcia han escrito un libro sobre los resultados obtenidos en distintas disciplinas al aplicar el ABP (García, Hidalgo, Martín, Saéz, Romero, González, 2008) o la Universidad del País Vasco (UPV/AHU), que también ha publicado un libro recogiendo las experiencias obtenidas mediante la instrucción del profesorado de la UPV/EHU en metodologías activas por medio del programa ERAGIN (UPV-EHU, 2014), una de ellas el ABP. Así, a lo largo del libro se muestran los resultados obtenidos después de que varios profesores voluntarios de la UPV/EHU, después de unas sesiones de instrucción, hayan diseñado e implementado el análisis de casos del Aprendizaje

Basado en Problemas y del Aprendizaje Basado en Proyectos (Guisasola, Garmendia, 2014).

En el caso de la Educación Secundaria Obligatoria es de particular interés mencionar la tesis doctoral de Pérez (2014) sobre cómo entrenar a los alumnos de Educación Secundaria Obligatoria en la resolución de problemas. Sus resultados confirman que una intervención de ABP consigue el uso de estrategias de codificación y resolución de problemas por parte de los estudiantes. También produce una mejora de su capacidad de reflexionar sobre un problema que se les plantee mediante el enunciado y los datos obtenidos.

6. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DIDÁCTICA.

6.1. Objetivos específicos de aprendizaje.

Un objetivo de aprendizaje es lo que se desea que los alumnos obtengan por medio de un proceso de enseñanza y aprendizaje, es decir, describen cambios que se esperan en los alumnos. Por lo tanto, estos objetivos han de ser evaluables y han de especificar las diferentes vertientes de la competencia que se va a cuantificar y su nivel de adquisición.

Por un lado, las competencias de la asignatura de Física y química de 4º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) que se pretenden alcanzar con la realización de este proyecto son las siguientes:

C1. Utilizar el conocimiento científico para ser capaces de interpretar algunos fenómenos generados tanto por la naturaleza como por el hombre.

C2. Identificar, analizar y resolver problemas, aplicando estrategias asociadas a las actuaciones y procedimientos científicos como por ejemplo formular hipótesis, obtener datos, definir los resultados y extraer conclusiones que permitan emitir juicios basados en observaciones de forma que los alumnos sean capaces de tomar decisiones responsables a edades tempranas.

C3. Obtener información acerca de temas científicos de forma autónoma consultando diferentes fuentes, estudiando su contenido y evaluando su validez para generar el trabajo.

C4. Desarrollar la capacidad de transmitir ciencia tanto de forma oral como escrita, además de emplear representaciones visuales, gráficas, tablas, figuras etc.

A continuación se expresan los diferentes objetivos de aprendizaje y en la Tabla 2., vienen indicadas las competencias que se pretenden alcanzar:

O1. Identificar las fuerzas presentes en acontecimientos de la vida diaria.

O2. Establecer relación entre la fuerza aplicada y el efecto de deformación en el cuerpo y su efecto en el cambio del estado del movimiento en el cuerpo.

O3. Describir la situación, una máquina, etc. mediante esquemas o dibujos expresando el resultado obtenido en unidades correspondientes al Sistema Internacional.

O4. Determinar la velocidad media de un cuerpo.

O5. Emplear los conocimientos acerca de la velocidad para resolver problemas de la vida cotidiana.

O6. Interpretar el funcionamiento de máquinas mecánicas simples considerando la fuerza y la distancia al eje de giro y realizar cálculos sencillos sobre el efecto multiplicador de la fuerza producido por estas máquinas.

O7. Analizar las consecuencias de las fuerzas de rozamiento.

O8. Distinguir los conceptos de masa y peso.

O9. Realizar un informe final utilizando las TIC.

O10. Exponer de forma oral los resultados obtenidos en el proyecto, utilizando de forma adecuada el lenguaje técnico.

En la siguiente Tabla 2. Se puede observar la coordinación de las competencias y objetivos enumerados anteriormente.

2. Tabla. Interrelación entre las competencias y los objetivos planteados.

Objetivos	Competencias
O1	C1
O2	C1, C2
O3	C4
O4	C2
O5	C1, C2, C3
O6	C1, C2, C3
O7	C1, C2
O8	C1
O9	C3, C4
O10	C4

6.2. Relación con documentos curriculares.

Esta propuesta se encuadra dentro del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato recogido en el BOE, dentro de la asignatura Física y química del curso de cuatro de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO); más en concreto dentro del Bloque 4. El movimiento y las fuerzas y del Bloque 5. La energía. Por otro lado, en la Comunidad Autónoma de La Rioja los contenidos de esta asignatura se rigen por el Decreto 19/2015, de 12 de junio, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y se regulan determinados aspectos sobre su organización, así como la evaluación, promoción y titulación del alumnado de esta comunidad. Respecto a este Decreto, esta propuesta se encuadra dentro de la asignatura de Física y química de cuarto de la ESO, y más en concreto dentro del Bloque 4. El movimiento y las fuerzas y del Bloque 5. La energía.

Esta propuesta también está relacionada con Bloques del mismo curso, como por ejemplo con el Bloque 1. La actividad científica, que trata contenidos de la investigación científica, magnitudes fundamentales y derivadas, expresión de resultados, análisis de datos experimentales, tecnologías de la Información y la Comunicación en el trabajo científico y proyecto de investigación necesarios para llevar a cabo de manera adecuada este trabajo. De la misma manera, también está relacionada con bloques de cursos anteriores de esta misma asignatura de Física y química como con el Bloque 4. El movimiento y las fuerzas de 3º de la ESO o el Bloque 4. La energía de 2º de la ESO.

6.3. Descripción de la propuesta.

6.3.1. Diseño.

En este trabajo, se propone el uso de esta metodología de ABP, para trabajar la materia de física; más en concreto la dinámica, la fuerza y energía y la cinemática. Para ello, se propone un caso práctico donde el alumnado debe pensar una estrategia para subir todo el material necesario para construir una cabaña en el monte Ganekogorta, teniendo en cuenta que a este no se puede llegar en coche.

En este caso se ha elegido este monte, ya que las prácticas del Máster han sido realizadas en un centro de Educación Secundaria Obligatoria y de Bachillerato situado en Bilbao, más en concreto en el barrio de San Adrián (barrio que da nombre al instituto). De esta manera, al tratarse de un monte conocido, se despierta en los alumnos más interés y motivación por realizar este proyecto.

El monte Ganekogorta, de 999 m de altitud, es una modesta cumbre que pertenece al macizo de Ganekogorta en la ciudad de Bilbao, Bizkaia. A este monte se puede acceder desde el barrio bilbaíno de San Adrián (Mendikat). Al no poder acceder a él en coche, los alumnos deben de pensar otra alternativa para subir todo el material necesario.

El proyecto comienza con la realización de una pregunta a los estudiantes. Esto tiene como objetivo principal movilizar y motivar a los estudiantes planteándoles una cuestión que sea llamativa y capte su atención. Por ello, el título del proyecto será esta pregunta inicial. De este modo la pregunta inicial será la siguiente:

“¿Cómo asegurarías que lleguen los materiales necesarios para construir una cabaña en la cima del monte Ganekogorta?”

Como se puede observar, la pregunta inicial hace referencia a una actividad profesional real y conocida para ellos como es la necesidad de transportar herramientas y materiales a la cima de una montaña que para ellos también es conocida y cercana.

A la hora de plantear el proyecto debe tratarse a los alumnos como profesionales, por ello hay que cambiar las formulaciones académicas como puede ser el enunciado haciéndolo operativo. Por ello el enunciado es el siguiente:

“Se quiere construir una cabaña en el monte Ganekogorta de Bilbao para que los montañeros tengan alojamiento, pero la pendiente que hay hasta la cima es muy grande por lo que no se puede acceder a ella en furgoneta o coche. La prominencia de la montaña, es decir, el desnivel de la montaña es de 708 m y la pendiente de unos 60°. Por otro lado, la distancia a la llanura desde donde se pretende construir la cabaña en línea recta es de 730 m. Por ello, hay que pensar

una alternativa de transporte barata para poder llevar las herramientas y los materiales necesarios para la construcción.”

Después de presentar el enunciado, el profesor debe plantear una única pregunta para abrir el debate entre los grupos de alumnos:

“¿Qué necesitáis aprender para poder llevar a cabo el proyecto?”

Si los alumnos no son capaces de contestar a esta pregunta o si se sienten muy perdidos, se les puede realizar otras preguntas adicionales para guiarles y redirigir el debate como pueden ser:

“¿Qué sistemas de transporte conocéis?”

“¿Cuál de los sistemas de transporte elegirías para solucionar este problema?”

“¿Qué cálculos matemáticos y/o físicos debéis hacer para resolver el problema?”

“¿Qué materiales y con qué características necesitáis?”

“¿Cuál sería el coste económico del proyecto?”

Una vez teniendo claro cuál es el problema, los alumnos irán desarrollándolo y el profesor irá siguiendo y controlando este desarrollo a través de varios entregables que deben realizar.

En este caso, se construirá un carro que se desplazará por unos carriles gracias a un cable y un motor hasta la cima del monte Ganekogorta.

Normalmente los profesores tienden a impartir primero la teoría para después aplicarla en trabajos o proyectos; pero esto no se ajusta a la metodología científica y por ello en este caso, el temario se desarrolla durante el proyecto y sin clases expositivas previas. De este modo, los contenidos que se van trabajar durante este proyecto son los siguientes:

Dentro del Bloque 4. El movimiento y las fuerzas:

- Cinemática:
 - Magnitudes y medidas.

- El movimiento. Carácter relativo del movimiento. Estudio cualitativo de los movimientos rectilíneos.
- Dinámica:
 - Leyes de Newton.
 - Impulso y cantidad de movimiento.
 - Tipos de fuerza: normal, gravitatoria, tensión...
 - Tipos de máquinas.

Dentro del Bloque 5. La energía:

- Trabajo y energía:
 - Relación entre fuerza, potencia y trabajo.

6.3.2. Conocimientos previos.

Antes de comenzar el proyecto basado en ABP, se concretarán los conocimientos previos de los alumnos respecto a los temas de cinemática y dinámica, para identificar los posibles errores conceptuales que estos puedan tener. Para ello, se usará un cuestionario conocido como Force Concept Inventory (FCI) diseñado por Hestenes, Wells y Swackhamer (1992), que está disponible on line.

6.3.3. Procedimiento.

Como ya se ha dicho, este trabajo se hace en grupos pequeños y el docente es un guía y controla el desarrollo del proyecto de cada grupo. Para esto, durante el proceso del desarrollo del proyecto, cada grupo debe ir entregando entregables.

Estos grupos de alumnos son de 5 alumnos cada uno y deben ser grupos heterogéneos; es decir, que haya tanto alumnos trabajadores y con mejor capacidad para entender los conceptos, como alumnos que les cuesta más centrarse y entender conceptos nuevos. De esta manera se consigue que los alumnos más avanzados ayuden a los que puedan ir un poco más atrasados, y estos últimos sientan más motivación por alcanzar el nivel de sus compañeros.

Los entregables elaborados en este trabajo están realizados por mí y son un simulacro de lo que los alumnos deberían de realizar en grupo. Varios datos,

como los datos de los materiales y los precios son inventados en este simulacro, ya que los alumnos deberán de buscar ellos mismos en catálogos de empresas esos datos.

6.3.3.1. *Entregable de objetivos de aprendizaje.*

En el apartado 6.3.1. Diseño, ya se ha visto como se le presenta al alumnado el problema existente, mediante el enunciado; y como después se abre un debate entre los alumnos para que empiecen a trabajar en el proyecto. Después de este debate, tras identificar los problemas que se plantean en el proyecto, cada grupo deberá recoger los objetivos de aprendizaje de este proyecto y redactarlos para entregárselo al profesor; que deberían ser:

1. Representar gráficamente el problema.
2. Enumerar la maquinaria necesaria.
3. Identificar los tipos de fuerza que actúan sobre la máquina.
4. Representar gráficamente el sistema de fuerzas.
5. Realizar los cálculos matemáticos para la construcción de la máquina.
6. Calcular la masa máxima que puede transportar el vehículo sin que se rompa el cable o el motor.
7. Elegir el cable.
8. Elegir el motor.
9. Presupuestar el coste económico del material.
10. Presentación oral y escrita del informe final.

El profesor en la siguiente sesión devuelve el trabajo evaluado pero no corregido y cada grupo expone delante de la clase los objetivos de aprendizaje escritos. Después de una reflexión grupal sobre esto, el docente les dará información adicional sobre el proyecto:

- El carro debe ser de las siguientes dimensiones: 150 cm de largo, 70 cm de ancho y 100 cm de alto y se usa una chapa de metal de 10mm de grosor.
- El carro se desplaza sobre 2 carriles y 4 rodamientos.
- Para ayudar a subir al carro se necesita un cable de acero y un motor eléctrico.
- La masa máxima que soporta el cable es de 1000kg.

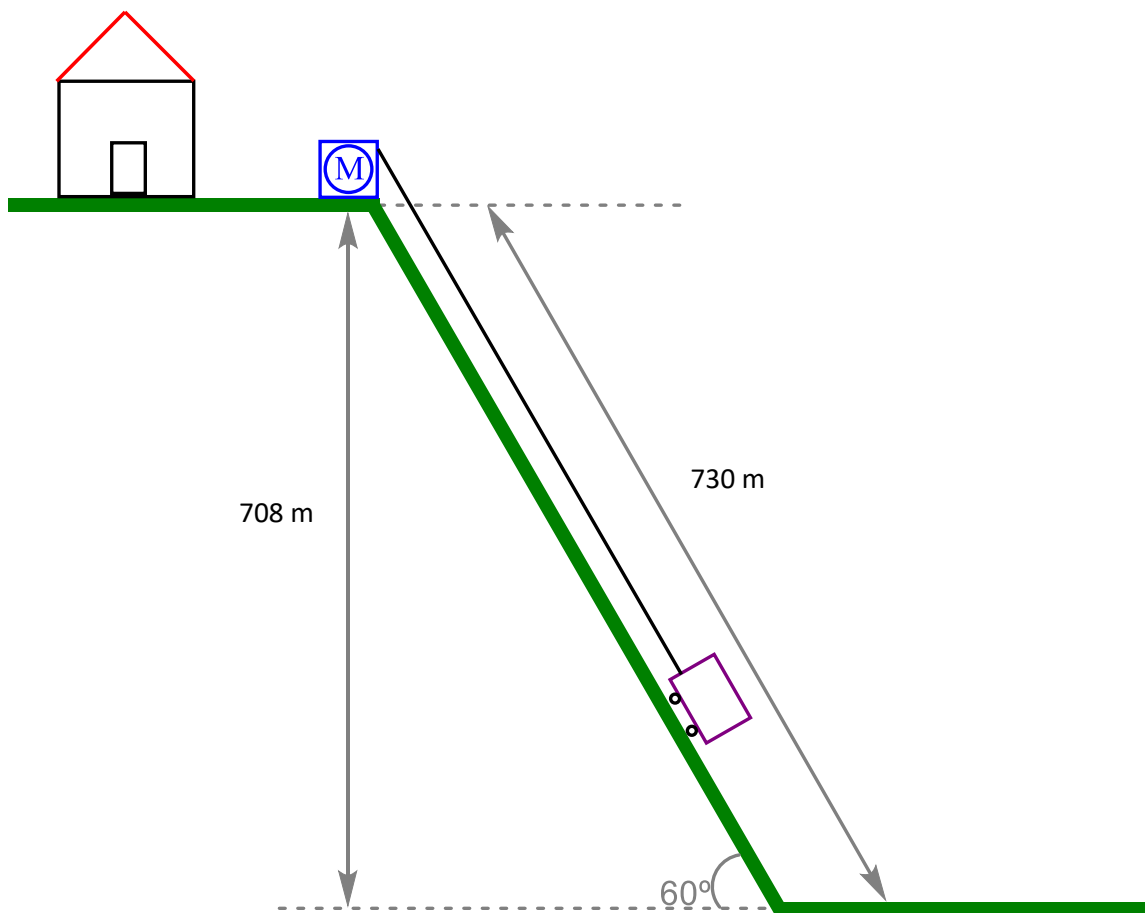
- El ascenso lo realiza en 5 minutos a velocidad constante.

Una vez ampliada la información, los alumnos vuelven a escribir los objetivos de aprendizaje y entregárselo al profesor y esta vez el entregable se corrige y se evalúa.

6.3.3.2. *Entregable de representación gráfica del problema.*

El siguiente entregable es el de la representación gráfica del problema (ver Imagen 1.). Para esto, deberán mostrar la cabaña, la base de la prominencia, la pendiente, el carro y el cable, incluyendo los datos numéricos.

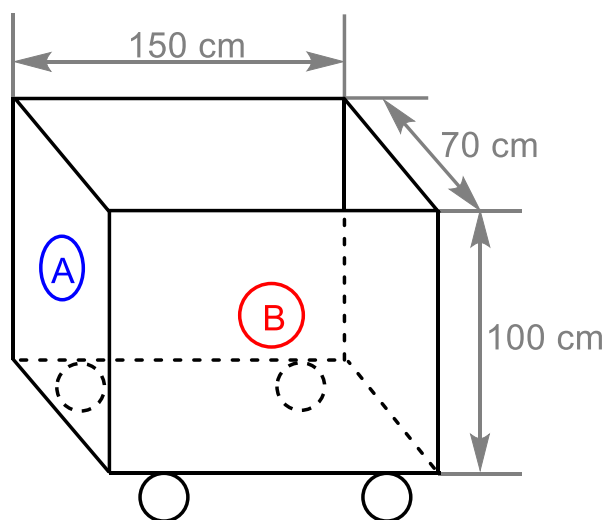
Esta representación gráfica del problema es muy importante ya que permite una mayor comprensión de los que se pretende expresar y ayuda a sintetizar la información y expresarla con claridad y precisión.



1. Imagen. Dibujo del problema. Elaborada por el profesor.

6.3.3.3. Entregable de representación gráfica del carro.

De la misma manera, también se tiene que hacer una representación gráfica del carro con los datos numéricos dados anteriormente (ver Imagen 2.). En este caso el dibujo consistirá en la representación gráfica de varias piezas con el objetivo de proporcionar información para elaborar su diseño y posterior construcción.



2. Imagen. Diseño del carro. Donde se incluyen los datos numéricos. Elaborado por el profesor.

6.3.3.4. Entregable del cálculo de la masa máxima que puede transportar el carro.

En relación con el carro, también se debe calcular la masa máxima que puede transportar. Para ello, primero se tiene que calcular la masa que tiene el carro vacío, calculando primero el área de las piezas metálicas para poder calcular después el volumen total de la máquina multiplicando el área de cada pieza por el grosor. El grosor de las piezas metálicas debe de ser igual: 10 mm.

- Área de las piezas:

$$\text{Suelo: } A = l \cdot a = 150\text{cm} \cdot 70\text{cm} = 10500\text{cm}^2 = 1,05\text{m}^2$$

$$\text{Pared A} = h \cdot a = 100\text{cm} \cdot 70\text{cm} = 7000\text{cm}^2 = 0,7\text{m}^2$$

$$\text{Pared B} = h \cdot a = 100\text{cm} \cdot 150\text{cm} = 15000\text{cm}^2 = 1,5\text{m}^2$$

- Volumen total de la máquina:

$$\text{Suelo: } V = 1,05\text{m}^2 \cdot 0,01\text{m} = 0,0105\text{m}^3$$

$$\text{Pared A: } V = 0,7\text{m}^2 \cdot 0,01\text{m} = 0,007\text{m}^3$$

$$\text{Pared B: } 1,5\text{m}^2 \cdot 0,01\text{m} = 0,015\text{m}^3$$

La máquina al tener dos paredes A, dos paredes B y el suelo, el volumen total será el siguiente:

$$V_{\text{tot}} = 0,007\text{m}^3 \cdot 2 + 0,015\text{m}^3 \cdot 2 + 0,0105\text{m}^3 = 0,0545\text{m}^3$$

- Masa total de la chapa:

La densidad relaciona el volumen de una sustancia o material con su masa. El valor de la densidad de la chapa se debe buscar en algún catálogo de empresa (en este caso se ha elegido 7800 kg/m^3) y el volumen se ha calculado en el paso anterior, por lo tanto la masa total es la siguiente:

$$m = d \cdot V = 7800\text{kg/m}^3 \cdot 0,0545\text{m}^3 = 425,1 \text{ kg}$$

- Masa total de los rodamientos:

El carro tiene cuatro rodamientos y el peso de cada uno es 2000 g, por lo tanto la masa total de los rodamientos es la siguiente:

$$m = 4 \cdot 2\text{kg} = 8\text{kg}$$

- Masa total del carro vacío:

La masa total del carro vacío se calcula sumando la masa de la chapa y la masa de los rodamientos:

$$m = 425,1\text{kg} + 8\text{kg} = 433,1\text{kg}$$

- Masa máxima que puede transportar el carro en el interior:

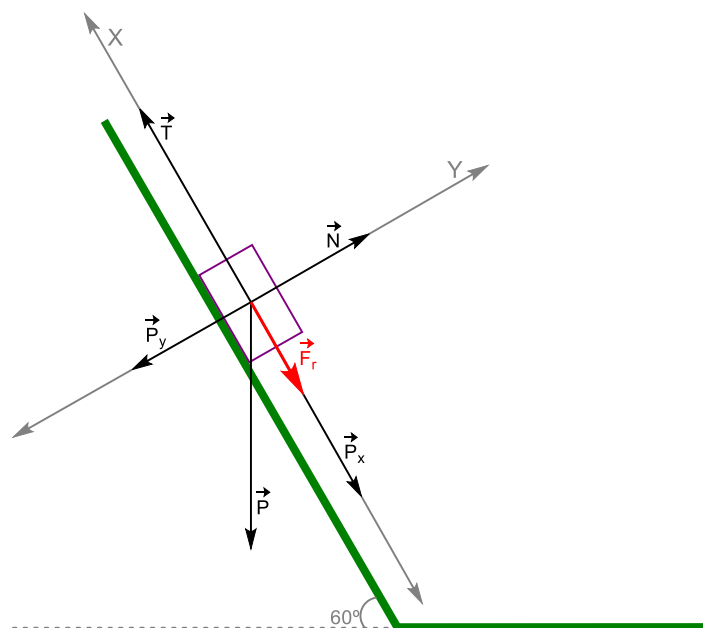
Como ya se ha informado, la masa máxima que puede soportar el cable es de 1000 kg y por ello, para calcular la masa máxima que se puede transportar en el interior del carro se debe restar a la masa máxima que puede soportar el cable la masa total del carro vacío que se ha calculado anteriormente:

$$m = 1000\text{kg} - 433,1\text{kg} = 566,9 \text{ kg}$$

6.3.3.5. *Entregable del dibujo del sistema de fuerzas que actúan sobre el carro.*

También se debe hacer un entregable del dibujo del sistema de fuerzas que actúan sobre el carro (ver Imagen 5.). Este sistema se compone de las siguientes fuerzas:

- Peso (\vec{P}): Fuerza que se genera por el efecto de la gravedad sobre la masa de carro. Al moverse por una pendiente con inclinación, el peso se descompone en \vec{P}_x y \vec{P}_y :
 - \vec{P}_x : Peso que actúa en el eje X y su dirección es opuesta a la de la fuerza de tensión.
 - \vec{P}_y : Peso que actúa en el eje Y y su dirección es opuesta a la de la fuerza normal.
- Normal (\vec{N}): Fuerza que ejerce la superficie de la montaña sobre el carro que se desliza sobre ella.
- Tensión (\vec{T}): Fuerza que ejerce el cable para subir el carro.
- Fuerza de rozamiento (\vec{F}_r): Fuerza que surge cuando el carro se desliza sobre la pendiente de la montaña y se opone a la dirección de ascenso.



3. Imagen. Dibujo del sistema de fuerzas que actúa sobre el carro. Elaborado por el profesor

6.3.3.6. *Entregable del cálculo de la tensión máxima que puede soportar el cable.*

Para este cálculo se tendrá que tener en cuenta la 2ª ley de Newton (ver Ecuación 1.) y que la fuerza resultante de un sistema se obtiene sumando todas las fuerzas que ejercen sobre un objeto.

$$\vec{F} = m \times \vec{a} \quad \text{Ecuación 1.}$$

De esta manera, la tensión máxima que puede soportar un cable es una fuerza que actúa sobre el eje X, por lo que hay que identificar las fuerzas que actúan en ese eje. Y por otro lado, como la velocidad es constante la aceleración es nula, por lo que queda la siguiente Ecuación 2., de la que se puede calcular la tensión máxima:

$$\vec{F}_x = \vec{T} - \vec{F}_r - \vec{P}_x = 0 \quad \text{Ecuación 2.}$$

Por lo tanto, igualando la ecuación \vec{F}_x a cero y calculando los valores de \vec{P}_x y \vec{F}_r , se puede determinar el valor de la tensión (\vec{T}).

- Cálculo de \vec{P}_x :

Para determinar el valor de \vec{P}_x es necesario calcular primero el peso del carro (\vec{P}). Para ello, se debe multiplicar la masa máxima que puede soportar el cable (dato que se ha dado al principio del proyecto) por el valor de la gravedad en el planeta Tierra.

$$\vec{P} = m \cdot g = 1000 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 9800 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2 = 9800 \text{ N}$$

Una vez obtenido el valor de \vec{P} se pueden calcular \vec{P}_x y \vec{P}_y aplicando las funciones trigonométricas correspondientes. Para poder hacer esto, se debe saber el valor del ángulo, dato que se puede ver en el dibujo del apartado 6.3.3.2.

$$\vec{P}_x = \vec{P} \cdot \sin \alpha = 9800 \text{ N} \cdot \sin 60 = 8487,05 \text{ N}$$

- Cálculo de \vec{F}_r :

La fuerza de fricción se determina multiplicando el coeficiente de fricción (μ) por la fuerza normal (ver Ecuación 3.).

$$\vec{F}_r = \mu \times \vec{N} \quad \text{Ecuación 3.}$$

Por un lado, la fuerza normal es equivalente al valor de \vec{P}_y

$$\vec{N} = \vec{P}_y = \vec{P} \cdot \cos \alpha = 9800N \cdot \cos 60 = 4900N$$

Por otro lado, el coeficiente de fricción (μ), se puede encontrar en el catálogo de alguna empresa y en este caso se ha decidido que sea de 0,2.

Teniendo en cuenta estos datos, la fuerza de fricción es la siguiente:

$$\vec{F}_r = \mu \times \vec{N} = 0.2 \times 4900N = 980N$$

Una vez conociendo los valores de \vec{P}_x y \vec{F}_r se puede calcular la tensión máxima que puede soportar el cable (\vec{T}).

$$\vec{T} = \vec{P}_x + \vec{F}_r = 8487,5N + 980N = 9467,05N$$

6.3.3.7. *Entregable de cálculo de la cantidad de masa necesaria de cable.*

Para calcular la cantidad de masa necesaria de cable, para empezar se debe seleccionar el diámetro del cable y el volumen de este.

- Selección del diámetro del cable:

Para empezar se debe calcular la superficie que ha de tener el cable, que se determina a través de la tensión máxima que soporta el cable (dato que se encuentra en el catálogo de alguna empresa y en este caso se ha decidido que sea 740 N) y la tensión máxima que es capaz de resistir el cable (dato obtenido en el apartado 6.3.3.6.)

$$S = 9467,05N \cdot \frac{1cm^2}{740N} = 12,79cm^2$$

A partir de la superficie del cable, se puede obtener el valor del radio (R) a partir de la Ecuación 4.:

$$S = \pi \cdot R \quad \text{Ecuación 4.}$$

$$R = \sqrt{S/\pi}$$

$$R = \sqrt{\frac{12,79cm^2}{\pi}} = 2,02 \text{ cm}$$

Por lo tanto, se necesita un cable que tenga 2 cm de radio.

- Volumen del cable:

Para poder calcular el volumen del cable (estructura cilíndrica) se deben conocer los datos del radio y la longitud (ver Ecuación 5.). El valor del radio se ha determinado en el paso anterior, y la longitud equivale a la distancia entre la base de la montaña y el lugar donde se pretende construir la cabaña (730 m).

$$V = \pi \cdot R^2 \cdot L = \pi \cdot (0,02m)^2 \cdot 730m = 0,917 \text{ m}^3 \quad \text{Ecuación 5.}$$

- Masa del cable:

Para poder determinar el valor de la masa del cable, se necesita el dato del valor de la densidad del cable, dato que se puede encontrar en el catálogo de alguna empresa, y su volumen se ha determinado en el paso anterior (ver Ecuación 6.). Por lo tanto, al multiplicar la densidad por el volumen de cable, se calcula el valor de la cantidad de masa necesaria de cable.

$$d = m/V; m = d \cdot V \quad \text{Ecuación 6.}$$

$$m = 4630 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,917 \text{ m}^3 = 4245,71 \text{ kg}$$

6.3.3.8. *Entregable del cálculo de la potencia del motor.*

La potencia se define como la cantidad de trabajo realizado por unidad de tiempo (ver Ecuación 7.).

$$P = W/t \quad \text{Ecuación 7.}$$

Pero en este caso, como la fuerza que se aplica para realizar el trabajo y la velocidad son constantes, la potencia adquiere el nombre de potencia instantánea y se define de la siguiente manera:

Por un lado, la velocidad es la relación entre la distancia recorrida por un objeto y el tiempo que ha invertido en recorrer esa distancia (ver Ecuación 8.).

$$\vec{v} = \Delta r / \Delta t \quad \text{Ecuación 8.}$$

La distancia recorrida es la distancia entre la base de la montaña y el lugar donde se pretende construir la cabaña (730 m) y el tiempo en recorrer esa distancia es de 5 minutos, como se ha aclarado en el punto 6.3.3.1. De esta manera, se puede determinar el valor de la velocidad.

$$\vec{v} = \Delta r / \Delta t = \frac{730m}{300s} = 2,43 \text{ m/s}$$

Por otro lado, la fuerza que tiene que realizar el motor es igual a la tensión que soporta el cable (dato que se ha calculado en el apartado 6.3.3.6.). Por ello la potencia del motor es la siguiente:

$$P = 9467,05N \cdot 2,43 \text{ m/s} = 23004,93 \text{ W}$$

6.3.3.9. *Entregable de presupuesto económico.*

Para poder calcular el presupuesto económico hay que tener en cuenta los precios que vienen en los catálogos utilizados.

- Chapa metálica:

Se necesitan 425,1kg de chapa y cada kilogramo cuesta 0,35 euros; por lo tanto el precio total es el siguiente:

$$425,1 \cdot 0,35 \text{ euros/kg} = 148,8 \text{ euros}$$

- Rodamientos:

Son necesarios cuatro rodamientos y cada uno de ellos cuesta 42 euros; por lo tanto, el precio total es el siguiente:

$$4 \text{ unidades} \cdot 42 \text{ euros/unidad} = 168 \text{ euros}$$

- Carriles:

Los metros de carril necesarios son 730 (la distancia desde la base de la montaña hasta el lugar donde se pretende construir la cabaña). Estos se multiplican por la masa del carril por metro y se consigue la masa necesaria para cada carril, al necesitarse dos, después se debe multiplicar por dos:

$$730m \cdot 17 \text{ kg/m} = 12410 \text{ kg}$$

$$12410 \text{ kg} \cdot 2 = 24820 \text{ kg}$$

Se necesitan en total 24820 kg de carril y cada kilogramo cuesta 0,40 euros; por lo tanto el precio total del carril es el siguiente:

$$24820 \text{ kg} \cdot 0,40 \text{ euros/kg} = 9928 \text{ euros}$$

- Cable:

Se necesitan 4245,71 kg de cable, y cada kilogramo cuesta 25 euros; por lo tanto el precio final del cable es el siguiente:

$$4245,71 \text{ kg} \cdot 25 \text{ euros/kg} = 106142,75 \text{ euros}$$

- Motor:

Se debe buscar en un catálogo un motor con 23000 W y su precio, en este caso se ha decidido que sea de 657 euros.

- Coste total del proyecto:

$$\text{Total} = 148,8 + 168 + 9928 + 106142,75 + 657 = 117044,55 \text{ euros}$$

6.4. Temporalización.

De esta manera, la previsión del tiempo necesario para el desarrollo de este proyecto se indica en la Tabla 3.

3. Tabla. Temporalización del proyecto.

Sesión	Actividad	Agentes implicados
1	<p>Responder al cuestionario FCI on line</p> <p>Realizar pregunta motivadora</p> <p>Presentar el enunciado</p> <p>Análisis de la situación</p> <p>Mostrar cómo se va a evaluar</p>	<p>Estudiantes de manera individual</p> <p>Profesor</p> <p>Profesor</p> <p>Por grupos</p> <p>Profesor</p>
2	<p>Formular objetivos de aprendizaje</p> <p>Realizar preguntas guía si es necesario</p> <p>Presentar entregable de objetivos de aprendizaje</p>	<p>Por grupos</p> <p>Profesor</p> <p>Profesor</p>

3	<p>Devolver el entregable de objetivos de aprendizaje sin evaluar pero corregido</p> <p>Puesta en común de objetivos de aprendizaje y reflexión</p> <p>Ampliación de información del proyecto</p> <p>Especificar los objetivos de aprendizaje</p> <p>Presentar el entregable de objetivos de aprendizaje mejorado</p>	<p>Profesor</p> <p>Toda la clase</p> <p>Profesor</p> <p>Por grupos</p> <p>Por grupos</p>
4	<p>Deducir los pasos o fases del proyecto</p> <p>Presentar entregable de representación gráfica del problema</p>	<p>Por grupos</p> <p>Por grupos</p>
5	<p>Devolver entregable de representación gráfica corregido y evaluado</p> <p>Realizar representación gráfica del carro</p> <p>Presentar entregable de representación gráfica del carro</p>	<p>Profesor</p> <p>Por grupos</p> <p>Por grupos</p>
6	<p>Devolver entregable de representación gráfica del carro corregido y evaluado</p> <p>Calcular la masa máxima que puede transportar el carro</p> <p>Presentar entregable de masa máxima que puede transportar el carro</p>	<p>Profesor</p> <p>Por grupos</p> <p>Por grupos</p>
7	<p>Devolver entregable de masa máxima que puede transportar el carro</p> <p>Realizar dibujo de sistema de fuerzas que actúan en el carro</p> <p>Presentar entregable de dibujo de sistema de fuerzas que actúan en el carro</p>	<p>Profesor</p> <p>Por grupos</p> <p>Por grupos</p>
8	<p>Devolver entregable de dibujo de sistema de fuerzas que actúan en el carro</p> <p>Calcular la tensión máxima que puede soportar el cable</p> <p>Presentar entregables del cálculo de la tensión máxima que puede soportar el cable</p>	<p>Profesor</p> <p>Por grupos</p> <p>Por grupos</p>

9	Devolver entregables del cálculo de la tensión máxima que puede soportar el cable Realizar el cálculo de la cantidad de masa necesaria de cable Presentar entregable del cálculo de la cantidad de masa necesaria de cable	Profesor Por grupos Por grupos
10	Devolver entregable del cálculo de la cantidad de masa necesaria de cable Realizar cálculo de la potencia del motor Presentar entregable de cálculo de la potencia del motor	Profesor Por grupos Por grupos
11	Devolver entregable de cálculo de la potencia del motor Realizar cálculo de presupuesto económico Presentar entregable del cálculo de presupuesto económico	Profesor Por grupos Por grupos
12	Devolver entregable del cálculo de presupuesto económico Continuar con la redacción final Evaluación entre iguales	Profesor Por grupos Por grupos
13	Finalizar el informe Entregar informe final al profesor	Por grupos Por grupos
14	Realizar presentación final del proyecto	Por grupos

Como se puede observar, este proyecto ocupa catorce sesiones de la asignatura por lo que se tardaría en realizarse unas 5 semanas. Este proyecto debe de realizarse a la hora de empezar con el Bloque 4. El movimiento y las fuerzas, ya que como se ha dicho antes los dos últimos bloques de la asignatura de Física y química de 4º de Educación Secundaria (Bloque 4. El movimiento y las fuerzas y Bloque 5. La energía) se trabajarán mediante este proyecto y sin dar clases expositivas previamente. Por lo tanto, este proyecto se iniciará a finales del tercer trimestre puesto que estos dos bloques son los últimos bloques de la asignatura.

6.5. Materiales y recursos utilizados.

El material que será necesario para llevar a cabo este proyecto, por un lado es para empezar un documento donde el profesor presente el enunciado del

problema, los catálogos de las empresas proveedoras y los documentos para realizar la evaluación (rúbricas y cuestionarios).

Por otro lado, ya que en este tipo de proyectos es muy importante que los estudiantes puedan buscar información siempre que lo necesiten, puesto que se trabaja sin clases expositivas del temario, es necesario trabajar en la sala de ordenadores con un ordenador por grupo y conexión a internet.

Y finalmente, para la exposición oral, se necesita un ordenador conectado a un proyector para la presentación de las diapositivas.

6.6. Criterios de evaluación.

6.6.1. Evaluación del alumnado.

La manera en la que se va a evaluar a los alumnos a la hora de desarrollar este proyecto, se expone en la primera sesión de clase, para que así los alumnos tengan claro que deben hacer para aprobar y sacar la mejor calificación posible.

Esta evaluación se hace teniendo en cuenta distintos elementos. Por un lado se realiza una evaluación continua de las tareas, de manera que esta es una evaluación formativa, en coherencia con la metodología ABP. Para poder llevar a cabo esta evaluación los alumnos presentan varios documentos a lo largo del proyecto (entregables) y con estos generan un portafolio (ver Tabla 4.).

4. Tabla. Lista de entregables y fecha de entrega de cada uno.

Lista de entregables	Fecha de entrega
Entregable de objetivos de aprendizaje	Sesión 2
Entregable de objetivos de aprendizaje mejorado	Sesión 3
Entregable de representación gráfica del problema	Sesión 4
Entregable de representación gráfica del carro	Sesión 5
Entregable de masa máxima que puede transportar el carro	Sesión 6
Entregable de dibujo de sistema de fuerzas que actúan en el carro	Sesión 7

Entregable del cálculo de la tensión máxima que puede soportar el cable	Sesión 8
Entregable del cálculo de la cantidad de masa necesaria del cable	Sesión 9
Entregable de cálculo de la potencia del motor	Sesión 10
Entregable del cálculo de presupuesto económico	Sesión 11

Cada entregable se evalúa teniendo en cuenta los criterios que aparecen en la Tabla 5.

5. Tabla. Criterios de evaluación y porcentaje de la nota de los entregables.

Criterio de evaluación	Muy bien	Bien	Regular	Mal	%
Representan de forma visual un problema gráficamente, incluyendo los datos en unidades del Sistema Internacional.					1
Reconocen los distintos tipos de fuerza.					2
Reconocen la fuerza como la responsable del cambio en el estado del movimiento.					1
Establecen la velocidad como la relación entre la distancia recorrida y el tiempo necesario para recorrerla.					1
Comprenden el efecto causado por la fuerza de rozamiento.					1
Comprenden que la densidad relaciona el volumen con la masa de un cuerpo.					1
Consideran la fuerza de gravedad como la causante del peso de los cuerpos.					1
Realizan los cálculos matemáticos necesarios adecuadamente a lo largo del trabajo.					2

Por otro lado, una vez finalizado el proyecto los alumnos realizarán una evaluación entre iguales dentro de cada grupo, mecanismo de evaluación útil en la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos. Esta tarea implica que los alumnos tengan que valorar y puntuar el trabajo de sus compañeros, y para ayudarles a esto se les entrega esta rúbrica de la Tabla 6.

6. Tabla. Rúbrica para evaluación entre iguales.

	Muy Bien	Bien	Regular	Mal	Porcent aje respecto a la calificaci ón final
Aportación	La información aportada es muy relevante y de fuentes fiables.	La información aportada es relevante.	Ha aportado información fuera de plazo	No ha aportado información.	0,25%
Ritmo de trabajo	Sigue el ritmo de trabajo del grupo.	A veces no sigue el ritmo y hay que ayudar a terminar su parte.	No sigue el ritmo y hay que ayudarle continuamente	No sigue el ritmo y no acepta ayuda.	0,25%
Actitud	Ha participado siempre aportando ideas y observaciones	Muchas veces ha participado aportando ideas y observaciones	Pocas veces ha participado aportando ideas y observaciones	Nunca ha participado aportando ideas y observaciones	0,25%
Resolución de conflictos.	Si hay conflictos emite su opinión de forma argumentada	Cuando hay un conflicto emite su opinión de forma argumentada.	Si hay conflictos emite su opinión pero no tiene consideración.	No hace nada para solucionar conflictos.	0,25%

A su vez, es interesante que cada grupo evalúe el trabajo y la presentación de los demás grupos siguiendo la rúbrica de la Tabla 7.

7. Tabla. Rúbrica para evaluación entre grupos.

	Muy Bien	Bien	Regular	Mal	Porcentaje respecto a la calificación final

Actitud a la hora de trabajar	Han ayudado a crear buen clima en clase, sin molestar a sus compañeros y ayudándolos en caso de tener dudas.	Han ayudado a crear un buen clima en clase, sin molestar a sus compañeros pero no han ayudado en caso de dudas.	No han contribuido al buen clima de clase.	Han creado un mal clima en clase, molestando a sus compañeros a la hora de trabajar.	0,25%
Resolución del problema	Han conseguido resolver el problema de manera adecuada y aportando todos los datos necesarios.	Han conseguido resolver el problema, pero sin aportar todos los datos necesarios.	Han conseguido resolver el problema a medias.	No han conseguido resolver el problema.	0,25%
Power Point	Aporta toda la información necesaria y tiene un formato comprensible y original.	Aporta la información necesaria pero el formato es lioso y poco original.	No aporta toda la información necesaria y el formato es comprensible y original.	No aporta toda la información necesaria y el formato es lioso y poco original.	0,25%
Exposición oral	Se expone la información de manera comprensible y se reparte el tiempo de exponer de cada integrante del grupo de	Se expone la información de manera comprensible pero no se reparte el tiempo de exponer de cada integrante del grupo de	Se expone la información de manera liosa y se reparte el tiempo de exponer de cada integrante del grupo de	Se expone la información de manera liosa y no se reparte el tiempo de exponer de cada integrante del grupo de	0,25%

	manera equitativa.	manera equitativa.	manera equitativa.	manera equitativa.	
--	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	--

Por último, el profesor también evaluará la presentación del proyecto que haga cada grupo y la memoria final que entregue cada grupo. En la siguiente tabla (Tabla 8.) se recoge el porcentaje de la nota que tiene cada evaluación.

8. Tabla. Porcentaje de la nota final de cada técnica de evaluación.

Técnica de evaluación	%	Evaluador
Portafolio	40	Profesor
Evaluación entre iguales	10	Alumno de forma individual
Evaluación entre grupos	10	Alumno de forma individual
Memoria final	20	Profesor
Exposición oral	20	Profesor

Como ya se ha dicho, este proyecto sirve para trabajar los dos últimos bloques de la asignatura de Física y química de 4º de Educación Secundaria Obligatoria (Bloque 4. El movimiento y las fuerzas y Bloque 5. La energía) y por ello, la nota final de este proyecto contará el 100% de la nota de los dos bloques.

6.6.2. Evaluación del proyecto.

Al ser un proyecto innovador, es importante que el departamento de Física y química realice una evaluación de este con un cuestionario sobre las actividades diseñadas, comentando su idoneidad y como mejorarlo (ver tabla 9.).

9. Tabla. Cuestionario de evaluación del proyecto.

	Si/No	Comentarios
La pregunta motriz sirve para justificar el proyecto y además es motivadora.		
Al realizar el proyecto, los alumnos responden a la pregunta motriz.		
El problema se puede solucionar con la práctica profesional		
El alumnado adopta un rol profesional.		
Con la información ofrecida, los alumnos pueden llevar a cabo un debate sobre los		

pasos a seguir y decidir qué necesitan aprender para desarrollar el proyecto.		
Se han desarrollado los objetivos de aprendizaje que se pretende que los alumnos alcancen.		
Se indica qué temas se trabajarán mediante este proyecto.		
Se realiza alguna actividad para conocer los conocimientos previos de los estudiantes sobre los temas que se trabajarán en el proyecto.		
Las actividades propuestas son adecuadas para conseguir los objetivos de aprendizaje que se pretenden.		
Las actividades propuestas son coherentes con la metodología ABP.		
El temario que se pretende estudiar se trabaja con las actividades y sin clases expositivas previas.		
Las actividades propuestas posibilitan el seguimiento del trabajo de los alumnos.		
Los entregables permiten evaluar el proceso de aprendizaje (evaluación formativa).		
Antes de empezar el proyecto se indica cómo se evaluará y el porcentaje de la nota final de cada actividad.		
Los criterios de evaluación son coherentes con los objetivos de aprendizaje propuestos.		

Por otro lado, también es importante recibir la opinión de los alumnos, ya que ellos son los que trabajan esta nueva metodología. Para ello, se pedirá a los alumnos que escriban un informe una vez terminado el proyecto, indicando los aspectos positivos y negativos de este; también si les parece una manera adecuada de trabajar y si la prefieren a la metodología tradicional de clases expositivas y ejercicios.

7. DISCUSIÓN.

Como se puede observar esta propuesta de innovación plantea una manera diferente de realizar el proceso de enseñanza y aprendizaje, utilizando una metodología activa y dejando de lado la metodología tradicional.

Al implantar esta metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos se pretende que los alumnos tomen un rol activo durante las clases y ellos mismos sean los protagonistas de su proceso de enseñanza y aprendizaje. Además de esto, los alumnos deberán actuar como si fueran profesionales, ya que deben intentar buscar solución a un problema real de la vida cotidiana.

Por otro lado, el profesor debe adoptar el papel de guía para los alumnos y seguir con atención el desarrollo del proyecto de cada grupo para ver si van encaminados y van logrando los objetivos esperados.

Por todo esto puede ser difícil pasar de la metodología tradicional a esta metodología de ABP. Por un lado, los alumnos no están acostumbrados a esta manera de trabajar y al principio les puede costar y pueden sentirse perdidos, lo que lleva a crear un sentimiento de inseguridad en ellos. Además, les puede parecer injusto y extraño el hecho de que tengan que trabajar un temario que no se haya explicado previamente en clase.

Por todo esto, es muy importante que el profesor desde un principio explique al alumnado en qué consisten las metodologías activas, y más en concreto la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos. Los alumnos deben tener claro que se les pedirá que realicen tareas que no están acostumbrados a hacer y que una de las características de esta metodología es impulsar el autoaprendizaje, es decir que ellos mismo deben buscar la información y descartar aquella que no sea relevante, para finalmente acceder al conocimiento. También deben ser conscientes que durante todo el desarrollo del proyecto serán supervisados por el profesor y que tiene acceso ilimitado a la información que necesiten en cualquier momento.

Además de la limitación que crea la falta de costumbre de los alumnos, la de los profesores también hay que tenerla en cuenta. Estos deben cambiar totalmente su rol de ser los agentes activos en el proceso de enseñanza y

aprendizaje a un rol de guías y supervisores del desarrollo del proyecto. Esto se puede hacer muy difícil para los docentes ya que están muy acostumbrados a la metodología tradicional y a corregir los errores de los alumnos inmediatamente, sin dejar tiempo para que reflexionen ellos mismos sobre su trabajo. También es imprescindible que el profesor controle sus gestos, miradas o expresiones para no influir en las opiniones o decisiones de sus alumnos.

Otro de los problemas que pueden surgir durante el desarrollo de este proyecto es que se dé una descompensación dentro de los grupos; es decir, que unos trabajen más que otros y muestren más motivación y participación en él. Puede suceder que algunos alumnos se involucren más en el proyecto mientras que otros no participen apenas, lo que puede llevar a discusiones internas. Por ello, es importante que el profesor esté atento y supervise bien el trabajo que realiza cada alumno, y por otro lado se realice la evaluación entre iguales.

Aun así, esta metodología es apropiada para trabajar los contenidos de la asignatura de Física y química del curso de cuarto de la ESO. Además de conseguir el conocimiento de los contenidos, los alumnos también obtienen habilidades diferentes como la autonomía a la hora de buscar la información, el autoaprendizaje, la curiosidad, la motivación, la toma de decisiones, el pensamiento crítico, el trabajo en equipo, la tolerancia a diferentes ideas, etc. Por lo que se consigue ese desarrollo íntegro de los alumnos que exige la sociedad de hoy en día.

Por otro lado, aunque al principio pueda costar a los alumnos trabajar mediante el ABP, a medida que transcurre el proyecto y van siendo conscientes de lo aprendido y de los logros realizados, los alumnos sentirán una sensación de satisfacción que les motive a seguir trabajando de esta manera. Además se sentirán autosuficientes al ver que por sí solos pueden adquirir ciertos conocimientos y pueden encontrar una solución a un problema real.

El hecho de que se les plantee un problema real, que puede ocurrir en el día a día, consigue acercar la ciencia a los alumnos, lo que hace que estos sientan más ganas y motivación por trabajar estos temas de cinemática, dinámica, trabajo y energía que mediante la metodología tradicional les aburre y les parecen difícil. Por lo que el ABP es una manera adecuada de conseguir que

los alumnos muestren interés por las asignaturas de Física y química y se acerquen al mundo laboral mediante la realización del proyecto.

Además mediante la realización de este proyecto, los alumnos adquieren y trabajan las siguientes competencias clave propuestas por la LOMCE:

- Competencia lingüística: Ya que se adquieren destrezas, expresiones científicas y conceptos sobre los temas de cinemática, dinámica, trabajo y energía que permiten interactuar al alumno de manera adecuada sobre estos temas con otros interlocutores mediante diferentes soportes como el oral, escrito y audiovisual.
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología: Ya que se trabajan temas relacionados con la ciencia como con la tecnología, con la ayuda de las Matemáticas y la Física para la resolución de cálculos. Gracias a esto se crean ciudadanos que desarrollan juicios críticos sobre hechos científicos y tecnológicos.
- Competencia digital: Ya que se trabaja de manera creativa, crítica y segura con las tecnologías de la información y la comunicación con el objetivo de alcanzar y ayudar al proceso de enseñanza y aprendizaje. Además los alumnos al tener que buscar ellos por sí solos la información necesaria, deberán saber elegir la información necesaria y descartar la innecesaria.
- Aprender a aprender: Ya que los alumnos son los constructores de su propio proceso de enseñanza y aprendizaje y se ayuda a estos a conocer y controlar sus propios procesos de aprendizaje, mediante la entrega de entregables y su corrección.
- Competencias sociales y cívicas: Ya que se trabaja sobre un proyecto que sirve para ayudar a la sociedad como determinar una manera de subir herramientas a lo alto de una montaña para construir una cabaña. De esta manera, se trabajan conocimientos y actitudes sobre la sociedad. Además al trabajar en grupos se aprende a interactuar con otras personas con respeto mutuo y convicciones democráticas.
- Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor: Ya que los alumnos deben analizar, planificar, gestionar y tomar decisiones de su propio proyecto para alcanzar un objetivo.

Por otro lado, gracias a este proyecto se trabajan los siguientes criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables del Bloque 4. El movimiento y las fuerzas y el Bloque 4. La energía propuestos por el Decreto 19/2015, de 12 de junio, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria (BOR, 2015):

- Bloque 4. El movimiento y las fuerzas:
 1. Justificar el carácter relativo del movimiento y la necesidad de un sistema de referencia y vectores para describirlo adecuadamente, aplicando lo anterior a la representación de distintos tipos de desplazamiento.
 - 1.1. Representa la trayectoria y los vectores de posición, desplazamiento y velocidad en distintos tipos de movimiento, utilizando un sistema de referencia.
 2. Distinguir los conceptos de velocidad media y velocidad instantánea justificando su necesidad según el tipo de movimiento.
 - 2.1. Clasifica distintos tipos de movimientos en función de su trayectoria y su velocidad.
 6. Reconocer el papel de las fuerzas como causa de los cambios en la velocidad de los cuerpos y representarlas vectorialmente.
 - 6.1. Identifica las fuerzas implicadas en fenómenos cotidianos en los que hay cambios en la velocidad de un cuerpo.
 - 6.2. Representa vectorialmente el peso, la fuerza normal, la fuerza de rozamiento y la fuerza centrípeta en distintos casos de movimientos rectilíneos y circulares.
 7. Utilizar el principio fundamental de la Dinámica en la resolución de problemas en los que intervienen varias fuerzas.
 - 7.1. Identifica y representa las fuerzas que actúan sobre un cuerpo en movimiento tanto en plano horizontal como inclinado, calculando la fuerza resultante y la aceleración.
 8. Aplicar las leyes de Newton para la interpretación de fenómenos cotidianos.

8.1. Interpreta fenómenos cotidianos en términos de las leyes de Newton.

8.2. Deduce la primera ley de Newton como consecuencia del enunciado de la segunda ley.

- Bloque 5. La energía:

3. Relacionar los conceptos de trabajo y potencia en la resolución de problemas.

3.1. Halla el trabajo y la potencia asociados a una fuerza, incluyendo situaciones en las que la fuerza forma un ángulo distinto de cero con el desplazamiento, expresando el resultado en unidades de Sistema Internacional u otras de uso común como la caloría, kWh y el CV.

Teniendo en cuenta todo esto, este proyecto es una buena manera de trabajar los contenidos de estos bloques, ya que se trabajan los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables que están dentro de la programación de la asignatura. Además esta propuesta innovadora es bastante viable ya que no conlleva gastos, ni recursos humanos y materiales diferentes a los de una metodología tradicional por lo que no supone un gran cambio respecto a estos puntos. Por otro lado, es importante que los integrantes del departamento de la asignatura de Física y química colaboren y trabajen juntos para poder llevar a cabo esta metodología de ABP.

8. CONCLUSIONES.

Gracias a la realización de este Trabajo de Fin de Máster (TFM) he podido diseñar una propuesta innovadora de una metodología activa, más en concreto del Aprendizaje Basado en Proyectos. Mediante este proyecto he podido conocer los conceptos y el marco teórico sobre esta metodología, además de demostrar la adecuación de la propuesta al curso de 4 de la ESO en la asignatura de Física y química; ya que la propuesta trabaja los contenidos, los criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables establecidos por el marco legal. Gracias a trabajos realizados anteriormente, he podido realizar un análisis de los resultados esperables y he extraído conclusiones de la propuesta realizada.

También he podido poner en práctica todo lo aprendido durante este curso en el Máster de Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas y en las prácticas realizadas en un instituto.

Pese a no haber podido poner en práctica esta propuesta innovadora en los meses de prácticas el centro, he podido observar como el alumnado de la ESO muestra poco interés y motivación por estas asignaturas científicas. Pero he podido observar mediante prácticas en el laboratorio o prácticas virtuales, que en el momento en el que ellos son los responsables del proceso de enseñanza y aprendizaje se sienten mucho más atraídos por la materia y participan más. Por ello, he decidido indagar más en las metodologías activas y sobre todo en esta de ABP, donde los alumnos deben trabajar de manera autónoma.

En mi opinión, el ABP es una metodología muy adecuada para el aprendizaje de asignaturas de ciencias como puede ser la asignatura de Física y química. Por un lado, me gusta el hecho de que esta metodología motiva mucha más a los alumnos que las metodologías tradicionales. Al tratar a los alumnos como profesionales, estos se sienten útiles y van a intentar trabajar de manera mucho más activa y autónoma. Además, es una metodología que permite que el alumnado desarrolle muchas más habilidades como pueden ser el autoaprendizaje, la curiosidad, la responsabilidad, la toma de decisiones, el pensamiento crítico, la objetividad y el trabajo en grupo. Es decir, ello se

convierten en el centro de su proceso de enseñanza y aprendizaje y esto hace que las clases se les hagan menos aburridas y más activas.

El llevar a cabo esta metodología supone más trabajo por parte del docente, ya que tiene que guiar a sus alumnos, supervisar el trabajo que están realizando, y corregir los entregables de todos los grupos para que estos puedan continuar su trabajo. Aun así, al ponerla en práctica durante varios años, el esfuerzo y la dedicación que hay que invertir en su diseño se verán compensados.

Las competencias consolidadas mediante la ejecución de este trabajo de fin de máster, son los siguientes:

- Competencia lingüística: Ya que se han trabajado destrezas, expresiones científicas y conceptos sobre la educación y los temas físicos de dinámica, cinemática, trabajo y energía que permiten la redacción de este trabajo de manera adecuada para que puedan entenderlo otros interlocutores.
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología: Ya que se han trabajado temas relacionados con la ciencia como con la tecnología, con la ayuda de las matemáticas para la resolución de cálculos.
- Competencia digital: Ya que se ha usado de manera creativa, crítica y segura con las tecnologías de la información y la comunicación como puede ser el ordenador con el objetivo de realizar este trabajo de fin de máster.
- Aprender a aprender: Ya que se ha realizado una propuesta innovadora donde se han podido aplicar todos los conocimientos adquiridos en el master de Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas y en prácticas realizadas en un centro.
- Competencias sociales y cívicas: Ya que se utilizan conocimientos y actitudes sobre la sociedad para elaborar una propuesta de mejora educativa con el fin de lograr el desarrollo íntegro del alumnado.
- Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor: Ya que se ha analizado, planificado y gestionado una propuesta innovadora, y se ha creado un proyecto educativo.

- Conciencia y expresiones culturales: Ya que se ha creado esta propuesta innovadora teniendo en cuenta la propia capacidad estética y creadora.

9. REFERENCIAS

- Abbott, J., y Ryan, T., 2001. Constructing Knowledge and Shaping Brains. *HOW*, Vol. 9, Nº.1, 9-13.
- Arpí, C.; Avila, P.; Baraldés, M.; Benito, H.; Gutiérrez, M.; Orts, M.; Rigall, R.; Rostan, C., 2012. El ABP: origen, modelos y técnicas afines. *Red de Innovación Docente en ABP del ICE de la Universidad de Girona*. Nº 216, 14-18.
- Decreto 19/2015, de 12 de junio, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria. (BOR, viernes 19 de junio de 2015).
- Dewey, J., 1916. *Democracy and education*. New York: Free Press.
- Domenech-Casal, J., 2018. Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco STEM. Componentes didácticas para la Competencia Científica. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2, (2), 29-42.
- E-learning conocimiento en red, 2011. I Jornadas estatales de Aprendizaje Basado en Proyectos-PBL (Project Based Learning) y Metodologías Activas. Donosti (Consultado en <https://e-learning-teleformacion.blogspot.com/2011/07/i-jornadas-estatales-de-aprendizaje.html> el 15/05/2019).
- García J.; García, F.; Martín, J.; Porlán, R., 2007. ¿Son incompatibles la escuela y las nuevas pautas culturales? *Investigación en la Escuela*, 63, 17-28.
- García, J.; Hidalgo, D.; Martín, P.; Saéz, C.; Romero, A., González, F., 2008. *El aprendizaje basado en problemas en la enseñanza universitaria*. Murcia: Servicio de publicaciones de la Universidad de Murcia.
- Guisasola, G., Garmendia, M., 2014. *Aprendizaje basado en problemas, proyectos y casos: diseño e implementación de experiencias en la universidad*. Leioa: Servicio de publicaciones de la Universidad del País Vasco.
- Hernández, A., Heydrich, M., Martí, J. y Rojas, M., 2009. Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente. *Universidad EAFIT*, Vol. 46, Nº. 158, 11-21.
- Hestenes, D., Wells, M. y Swackhamer, G., 1992. Force Concept Inventory. *The Physics Teacher*, 30, 141–158. (Consultado en http://www.cad.unam.mx/programas/anteriores/Especializaciones_anti

ores/especializacion_ff_SEIEM_2daG_2011/00/02_material/01_tacuba/05_cono_bloIV/archivos/15_FCI_%20examen_Spanish.pdf el 20/05/2019).

- Imaz, J., 2014. Aprendizaje Basado en Proyectos en los grados de Pedagogía y Educación Social: “¿Cómo ha cambiado tu ciudad?”. *Revista Complutense en Educación*. Vol. 16, Nº 3, 679-696.
- Instituto Tecnológico de investigación y desarrollo educativo de Monterrey, 2001. El método de proyectos como técnica didáctica. (Consultado en <http://sitios.itesm.mx/va/dide2/documentos/proyectos.PDF> el 12/05/2019).
- Maldonado, M., 2008. Aprendizaje basado en proyectos colaborativos. Una experiencia en educación superior. *Laurus*, Vol. 12, Nº. 28, 158-180.
- Mendikat. (Consultado en <https://www.mendikat.net/> el 12/04/2019).
- Norman, G. R., y Schmidt, H. G., 1992. The Psychological Basis of Problem-Based Learning: A Review of the Evidence. *Academic Medicine*, 67 (9), 557-565.
- Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. (BOE, jueves 29 de enero de 2015).
- Pérez, M. I., 2014. *Entrenamiento en resolución de problemas desde una perspectiva autorreguladora en alumnos de Educación Secundaria Obligatoria*. (Tesis doctoral inédita). Universidad de Burgos, Burgos.
- Piaget, J., 1923. *The language and thought of the child*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. (BOE, sábado 3 de enero de 2014).
- Sawyer, 2006. Project-Based Learning. *The Cambridge handbook of the learning sciences*, 1-18.
- Schmidt, H. G., 1983. Problem-based learning: Rationale and description. *Medicine Education*, 17, 11-16.

- Torres, M., 2010. La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas. *Latindex*, Vol. 14, Nº. 1, 131-142.
- Trujillo, F., 2016. *Aprendizaje Basado en Proyectos. Infantil, Primaria y Secundaria*. Ministerio de Educación Cultura y Deporte.
- Universidad de Sevilla, 2012. II Jornadas estatales de Aprendizaje basado en Proyectos y Metodologías Activas. Sevilla, 29, 30 de Diciembre de 2012. (Consultado en <http://pblesp12.blogspot.com/> el 15/05/2019).
- UPV-EHU, 2014. ERAGIN Programa de formación del profesorado en metodologías activas de enseñanza. (Consultado en <https://www.ehu.eus/es/web/sae-helaz/eragin> el 16/05/2019).
- Valero, M., 2012. Piénsalo Bien antes de Liarte. *ReVisión*, Vol. 5, Nº. 2.
- Vygotsky, L., 1962. *Thought and language*. Nueva York: Wiley.